

P13b 系外惑星系の多様性と中心星の重元素存在度

井田 茂、小南 淳子 (東工大理)、D. N. C. Lin (Lick 天文台)

系外惑星系の多様性 (特に巨大ガス惑星の軌道) と、その中心星の重元素存在度について議論する。基本となる考えは、(1) 中心星は巨大惑星形成後 (主系列段階にはいった後) の微惑星の集積により、その対流層の重元素存在度 (観測する値) がバルクの値に比べ、有意に上がり得るということ、(2) ただし、巨大ガス惑星の軌道によっては、その微惑星の中心星への集積は阻害され、対流層の「汚染」は妨げられるということ、である。

これまでに約 70 個の系外惑星が発見されているが、それらの中心星は重元素存在度が高いことが知られている。特に短周期惑星をもつものは、太陽や太陽近傍の星の平均に比べ、極めて高い。これらは、微惑星集積による「汚染」であり、高い重元素存在度が惑星存在の指標だとする解釈がある (e.g., Laughlin 2001)。微惑星は系の外縁領域に多くの質量が存在するが、ここに巨大惑星が形成されると、その重力で微惑星が放物線に近い軌道になり、中心星に激突する。一方、太陽系のように、巨大ガス惑星が外縁部だけでなく、中間部分にも存在する場合 (木星) その内側に存在する地球型惑星への微惑星の爆撃が食い止められるという効果 ("shielding effect") がある (Wetherill 1994)。“shielding effect” は中心星への微惑星集積も阻害する。

本研究では、中心星と巨大惑星の系に次々と放物線に近い軌道の微惑星を打ち込むモンテカルロ計算を行なって、中心星集積の“shielding effect” は巨大ガス惑星の中心星からの距離に強く依存することを示した。0.1AU 以内に存在する短周期巨大惑星では全く“shielding effect” が効かないのに対し、数 AU 以遠の巨大惑星は強い“shielding effect” をもつ。このことから、巨大惑星の中心星からの距離と、中心星の重元素存在度には相関があることが期待される。中心星の近くに巨大惑星が存在する場合、地球型惑星が居住可能領域 ($\sim 1\text{AU}$) に安定に存在することは難しい。すなわち、中心星の重元素存在度が高い系ではなく、太陽系のような“shielding effect” が効いて中心星の重元素存在度が低い系にこそ、居住可能地球型惑星が存在する可能性が高いと言える。